

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-91639

(P2000-91639A)

(43)公開日 平成12年3月31日(2000.3.31)

(51)Int.Cl.
H 0 1 L 33/00

識別記号

F I
H 0 1 L 33/00

テマコード(参考)

C
E

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平11-231279

(22)出願日 平成11年8月18日(1999.8.18)

(31)優先権主張番号 1 5 1, 5 5 4

(32)優先日 平成10年9月11日(1998.9.11)

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 398038580

ヒューレット・パッカード・カンパニー
HEWLETT-PACKARD COM
PANY

アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアル
ト ハノーバー・ストリート 3000

(72)発明者 ステイーブン・ディー・レスター

アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアル
ト マタデロ・アベニュー 829

(74)代理人 100078053

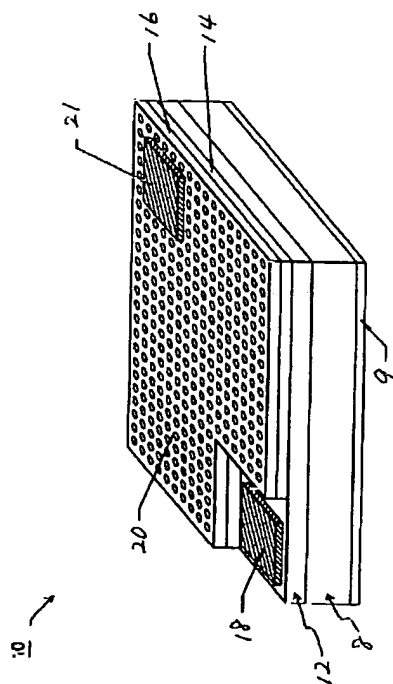
弁理士 上野 英夫

(54)【発明の名称】 精細パターンが形成された反射接触部を備える発光素子及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】十分な光度を有する均一な発光が可能な発光素子を提供する。

【解決手段】発光素子は、n型層(12)及びp型層(16)のそれぞれに対応して設けられる接触部(18, 20)を有する。頂面に位置する接触部(20)には、エッチング処理、アニール等の方法によってパターンを成す開口部が形成される。発光素子の発光層から出る光は、接触部(20)の開口部を通して外部に取り出されるので、発光素子からの均一な発光が保証される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 n型層、p型層、及び前記n型層と前記p型層の間に介在し、可視光λを発光する働きをする発光層を含む、AlInGa_Nデバイスであるヘテロ接合デバイスと、一方が前記n型層に接続されたn型層接触部であり、もう一方が前記p型層に接続されたp型層接触部である、導電性材料による2つの接触部とを有し、前記2つの接触部の少なくとも一方に、最小寸法が1/4λの、パターンを成す開口部が含まれており、該開口部を通して光を発光することが可能であることを特徴とする発光素子。

【請求項2】 前記パターンを成す開口部が、前記p型層接触部の頂面面積の20～80%に及ぶことを特徴とする、請求項1に記載の発光素子。

【請求項3】 前記2つの接触部の少なくとも一方が、70%を超える垂直入射反射率を有する反射性金属であることを特徴とする、請求項2に記載の発光素子。

【請求項4】 前記p型層接触部を構成する材料が、Ag、Al、Rh、及びAgとAlとRhとの合金を含むグループから選択されることを特徴とする、請求項3に記載の発光素子。

【請求項5】 前記p型層接触部を構成する材料が、前記反射性金属を含む多層接触部から成ることと、前記反射性金属が、Ag、Al、及びRhを含むグループから選択されることを特徴とする、請求項3に記載の発光素子。

【請求項6】 前記ヘテロ接合デバイスが、前記パターンを成す開口部を備えた前記2つの接触部の少なくとも一方の下に、特定の凹凸構造を含む粗い表面を備え、該表面によって利用可能な光量が増大することを特徴とする、請求項1に記載の発光素子。

【請求項7】 前記特定の凹凸構造を含む粗い表面と、前記パターンを成す開口部とが位置合わせされることを特徴とする、請求項6に記載の発光素子。

【請求項8】 前記パターンを成す開口部を備えた前記2つの接触部の少なくとも一方の上に配置されて、所定の間隔で金属を支持することによって密着性を改善する働きをする誘電体封止材料が含まれること更に特徴とする、請求項3、6に記載の発光素子。

【請求項9】 前記誘電体封止材料が、二酸化珪素、窒化珪素、窒化アルミニウム、二酸化チタン、及び酸化アルミニウムを含むグループから選択されることを特徴とする、請求項8に記載の発光素子。

【請求項10】 前記パターンを成す開口部の各々の形状は、円、正方形、格子状のライン、及びハニカムを含むグループから選択されることを特徴とする、請求項1に記載の発光素子。

【請求項11】 波長λの可視光を発光する働きをするヘテロ接合デバイス上に導電性材料を成膜する工程と、該導電性材料によって成る接触部に1/4λの最小幅を

有するようパターンを成す開口部を形成し、該開口部の空間を通して可視光を発光可能にする工程とを含むことを特徴とする、発光素子の製造方法。

【請求項12】 前記導電性材料に前記パターンを成す開口部を形成する工程は、

前記ヘテロ接合デバイスをアニールする工程と、レジストを成膜して露光し、前記パターンを成す開口部を画定する工程と、

前記導電性材料に前記パターンを成す開口部をエッチング処理する工程と、

前記レジストを除去する工程とを含むことを特徴とする、請求項11に記載の発光素子の製造方法。

【請求項13】 前記パターンを成す開口部をエッチング処理する工程は、前記ヘテロ接合デバイスの頂面に、前記パターンを成す開口部に対応してイオン・ミリングを行う工程であることを特徴とする、請求項12に記載の発光素子の製造方法。

【請求項14】 前記パターンを成す開口部を備えた前記接触部の上に誘電体封止材料を成膜する工程を更に含むことを特徴とする、請求項11に記載の発光素子の製造方法。

【請求項15】 前記導電性材料に前記パターンを成す開口部を形成する工程は、可視光を放出する働きをする前記ヘテロ接合デバイスに前記導電性材料を成膜する工程と、高温で前記導電性材料から成る前記接触部をアニールして、表面張力によって材料に前記パターンを成す開口部を形成する工程とを含むことを特徴とする、請求項11に記載の発光素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、発光素子からの光抽出又は光の取り出しに係る改良に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 半導体発光素子(LED)からの光抽出は、半導体材料の光学屈折率が周囲の環境のそれに対して大きいために制限される。例えば半導体材料の光学屈折率nが約2.2乃至3.8であるのに対し、空気光学屈折率nは約1で、また透明エポキシの光学屈折率nは約1.5である。抽出量は、LEDの微細幾何学形状、及び活性領域又は発光層内において発生する光の3次元発光特性に大いに左右される。発光素子内で発生する光の大部分は、外部に取り出し可能になる前に、例えば、エピタキシャル層、閉じ込め領域、基板、ダイ接着材料、及び、電気接触部といったまわりの材料による吸収によって減衰する。

【0003】 典型的な発光素子は、p-n接合において、広範囲な方向に放出されるフォトンが発生する(即ち略等方性の発光を実現する)。結果として、発光光線の大部分が半導体から出射するため、臨界角を超える角

度で発光素子／外部環境界面に入射する。これらの光線は、内向きに反射するので発光素子内において吸収の影響を受けやすい。典型的なGaNベースのLEDの場合、(特にエポキシ内への透過の場合)臨界角内で頂面に入射するのはフォtonsの約11%のみである。残りの光は、チップから抜け出る前に、少なくとも1回内向きに反射を生じる。

【0004】AlInGaN LEDにおいて内向きに反射する光は、とりわけ、p型層接触部による吸収の影響を受けやすい。電流は、半導体層を横方向に流れることはできないので、これらの接触部は、p-n接合発光領域の略全体をカバーしなければならない。p型のエピタキシャル層は、一般に20,000Ω/□より大きな面積抵抗を有し、その導電率は極めて低いので、電流は接触部の金属の直下、又は接触部のエッジから約1μm以内に閉じ込められる。

【0005】光の取り出しを可能にするため、AlInGaN LEDは、極めて薄い層で造られたp型層接触部を利用する。これは、一般には厚さが50～500Åで、AuNi又は同様の合金から造られる。これらの薄い「半透明な」層は、ほぼ垂直入射される光の大部分を透過するが、一般には、このうち20%を超える光が吸収される。

【0006】半透明接触部については、いくつかの問題がある。第1に、接触部はLED発光の大部分を吸収してしまう。半透明接触部は、略垂直入射で約80%もの光を透過することができるが、(光がLEDから取り出し可能になる)臨界角より大きい角度になると、比較的大きな吸収を生じる。LED光による発光の大部分は、内向きに反射するので、部分的に吸収を生じる接触部と何回もぶつかることになる。サファイア基板上に製造されたLEDの場合、発光された光の約70%が吸収金属表面と基板の間に捕獲される。接触部の金属は、この光の強度を急速に減衰させるので、半透明金属薄膜は発光される光の大部分を吸収する可能性がある。

【0007】第2の問題は、半透明金属薄膜がほぼ数百オングストロームと極めて薄いので、薄膜が粗い半導体表面を完全には被っていないことである。これは、粗い表面によって光の抽出を改善する点を考慮するととりわけ不都合である。半透明薄膜は、粗い、即ち、凹凸のある表面全体に均一に電流を通さず、不連続になる可能性がある。このため、LEDによる発光にむらが生じる。即ち、素子は部分的に発光しない。

【0008】薄い金属に関する第3の問題は、かき傷がつきやすいので、不連続な導通表面を生じる虞があるという点である。このため、取扱いが困難になり、LEDの製造プロセスが複雑化する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述の点を鑑みて、均一な発光を保証できる発光素子又はLEDを

提供することを目的とする。更に本発明は、そのような発光素子又はLEDを容易に製造できる発光素子又はLEDの製造方法を提供することを他の目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、光抽出効率を高める精細なパターン形成が施された反射性p型の接触部を含む、AlInGaN発光素子を提供する。これらの接触部は、間隔の密な開口部の列を含んでいるので、光はそれらを通過することが可能である。従って、接触部に入射する光は、開口部を透過するか、又は反射されてLEDに戻されるが、損失は極めて少ない。このため、従来の半透明接触部において生じる光の吸収が大幅に減少する。この接触部は、厚い、導電率の高い金属で実現できるので、(粗い半導体表面であっても)電流拡散の抵抗が小さくなる。接触部の金属の開口部は、全接触部面積の20乃至80%を占めており、透明性と均一な発光を実現するため、精密な間隔がとられている。接触部は、Ag、Al、又はRhのような反射率の高い材料から造られている。これによって、接触部を透過する光は、ごくわずかしが吸収されずに反射されるという保証が得られる。p型層接触部の上に、例えば、二酸化珪素、窒化珪素、窒化アルミニウム、又は、酸化アルミニウムといった追加の誘電体封止材料を成膜することが可能である。選択されれば、活性領域の表面は金属の開口部に対して自己アライメントされるようなエッチング処理によって粗くするか又は凹凸形状とすることが可能である。これらの特徴は、内向きに反射した光を散乱させるので、光抽出の確率が高くなる。LEDの底面に反射層を付着させることによって、光抽出効率が更に向上する。

【0011】

【発明の実施の形態】典型的なGaNベースのLEDには、n型層とp型層との間に挟まれた発光層を備えるヘテロ接合構造が含まれている。p型層接触部はp型層と電気的に接続されており、一方n型層接触部はn型層と電気的に接続されている。図1には、本発明の実施形態が示されるが、それによれば、基板8上に製造されて、発光層14がn型層12とp型層16の間に介在するヘテロ接合デバイス10が示される。リフレクタ9が、基板8の背面に配置されている。n型層接触部18はn型層12と電気的に接続されており、一方p型層接触部20はp型層16と電気的に接続されている。両電気接触部18、20は、反射性金属、即ち70%を超える垂直入射可視光を反射する金属から造られるのが望ましい。p型層ボンディング用パッドは、p型層接触部上に配置される。

【0012】本発明によれば、p型層接触部20には、光が接触部を透過できるようにする、微細な間隔が与えられたパターンを成す開口部が含まれている。p-n接合が(少なくとも部分的に)開口部内で電流を導通させる

ことができるように、開口部の寸法は小さくしなければならない。光が接触部を確実に透過できるようにするため、開口部のサイズは、材料系内での可視光の波長 λ の約 $1/4$ を超えなければならない。例示すると、空気中における可視光の λ は、400乃至700nmの範囲である。GaN内における λ は、160乃至285nmの範囲である。好ましくは開口部の最小寸法は、少なくとも160nmとしても良い。

【0013】開口部の望ましい寸法は、p型層16中を拡散して流れる電流によって決まる。p-n接合14が開口部の直下で光を放出するためには、電流は金属のエッジから開口部の下側の接合領域に流れなければならない。従って、その最小寸法は電流がLED内を横方向に流れる距離と略同じであることが望ましい。典型的なAlInGaNデバイスでは、厚さが0.25乃至0.5 μ mで、且つ面積抵抗が20,000 Ω/\square より大きいp型層を備えている。従って、電流は接触部のエッジから約1 μ mよりも小さい程度だけ拡散する。電流は、開口部の全ての側において接触部の金属から流れるので、開口部の望ましい最小寸法は、0.5乃至2 μ mである。実験用デバイスは、p型層の厚さが1 μ mよりも大きくなるように製造された。これらのダイオードの場合、望ましい最小寸法は1乃至4 μ mである。開口部は、光の通過を可能にして且つ製造を容易にするために、できるだけ大きくするべきである。しかし、開口部は、電流が横方向に流れる範囲に比べて大きくなってはならない。さもなければ、LEDの面積が無駄になり、LEDの発光パターンに「むら」が生じることになる。

【0014】開口部の形状は、円、正方形、格子状のライン、又はハニカムといった規則的なパターンとすることもできるし、或いは、他の任意の形状とすることも可能である。金属は、開口部の周囲で連続して接続されていないなければならない。金属接触部の開口部は、接触部の面積の20乃至80%を占めるのが望ましい。20%未満になると、接触部は十分な光を透過しなくなる。これによれば、光子はLEDに捕獲され、再吸収されやすくなる。80%を超える場合には金属の量が不十分になり、容易に製造することが可能な形状寸法を備える金属接触部を利用して電流を均一に拡散させることができる。

【0015】p型層接触部の金属は、例えば、1,000乃至30,000Åといった、厚い層が望ましい。これによって、接触部は、わずかな抵抗でデバイス全体に電流を拡散させることができ、また、ウェーハ上の表面微細構造を効果的に被覆するという保証が得られる。代替案として、パターン形成される金属を十分に薄くして、半透明になるようにすることも可能である。この場合、デバイスの効率は、本発明によって向上するが、(粗い表面全体にわたって導通させる能力といった)厚めのメタライゼーションの利点は実現されない。導電性

材料は、反射性金属、できれば、銀、アルミニウム、ロジウム、Ag、Al、Rhの合金、又は接触部の反射率を70%よりも大きくするところのAg、Al、Rhが構成要素を成すような多層接触部とすることが望ましい。接触部は、NiAu、Pd、TiPtのような比較的反射率の低い金属から製造することができるが、こうして製造されたLEDは効率が低くなる。

【0016】望ましいp型層接触部は、Agに開口部列をなす穴をエッチングすることによって形成される「穿孔」銀メッシュである。銀が用いられるのは、金属のうちで反射率が最も高く、GaNのp型層に対する低抵抗オーム接触を実現できるためである。n型層及びp型層のためのボンディング用パッドは、Alから製造されるが、これはAlが反射率が高く(約90%)、GaNに対する接着性が良く、n型のGaNに対して低抵抗の接触部分を形成できるからである。

【0017】全ての実施形態において、LEDの頂面に入射する光は、デバイスの反射率の高い金属部分及び非金属部分のいずれかにぶつかる。光は、非金属部分にぶつかり、チップから抜け出るか、又は減衰を生じることなく内向きに反射する。ミラー部分にぶつかり、光は最小限の減衰を伴って内向きに反射する。この光は、デバイス内に散乱してデバイスの側部から抜け出るか、或いは、再び頂面に入射する。最小限の減衰しか生じないので、光は、何回も反射されることが可能であり、チップから抜け出る確率が高くなる。従って、頂面が部分的に覆い隠され又は暗くなるように隠されて不明瞭になるものの、厚めの半連続金属薄膜によって、LEDからの光抽出が改善される。

【0018】一般に、LEDは、チップ表面を覆い隠す程度又は不明瞭さを最小限にとどめるため、不透明な接触部(又は接触パッド)ができるだけ小さくなるように設計される。本発明は、従来技術とは大きく相違する。本発明の場合、オーム接触部分の反射率が高く、基板は背面に反射コーティングを有しており、エピタキシャル材料及び基板が発光した光を強く自己吸収することはないので、光の抽出は、覆い隠される面積が大きいかかわらず改善される。従って、光は、チップの中を何回も行き来するので、吸収されずに、抜け出る確率が高くなる。

【0019】細かくパターン形成された接触部は、半透明な金属よりかなり厚くすることができるので、接触部層の面積抵抗も低下する。これによって、デバイスの接触部が電流で充満(current crowding)することはなくなるという保証が得られる。接触部が比較的厚くなると、粗い表面又は凹凸のある表面も有効に被覆される。結果として、半導体表面を故意に粗くすることによって、光の抽出を改善することが可能になる。より広い条件下において、エピタキシャルLED薄膜を成長させることも可能である。とりわけ、p-n接合の後で成長させる層

は、1000°C未満の温度で成長させることが可能である。この成長温度範囲によって、成長時に生じ得る活性領域に対する熱的ダメージを最小限に抑えることができるが、薄いメタライゼーション又は金属膜による被覆を行うことが容易ではないような、粗い、又は凹凸のある表面を生じることになる。

【0020】図2には、接触部を製造するための工程のフローチャートが示されている。工程100において、LEDのp型層上に、反射材料が成膜される。工程110では、デバイスがアニールされる。工程120では、レジストが成膜されて、露光され、開口部のパターンが形成される。工程130では、接触部の金属に対して、選択される場合には、LEDのエピタキシャル層に更にパターンを構成するエッチング処理が施される。エッチング処理は、化学エッチング、イオン・ミリング、反応性イオン・エッチング等によって実施可能である。工程140では、レジストが除去される。工程150では、接触部の上に、追加の誘電体封止材料が成膜される。

【0021】開口部を形成するもう1つの方法は、高温で接触部をアニールすることである。適当な条件下では、表面張力によって、金属に開口部が生じることになる。例えば、厚さが1000Åの銀の層は、600°CでGaNの表面を加熱して除湿し、数分間のアニール後には並列された又は網目状の開口部空間又は開口箇所が形成される。

【0022】図3では、本発明に従って製造されたLEDと、従来のAuNi半透明接触部を備えるように製造されたLEDについて、駆動電流の関数としての出力パワーが対照されている。細かなパターン形成を施されたAg接触部を備えるように製造されたLEDは、全ての電流において、従来技術のLEDよりも1.5乃至2倍効率が高い。

【0023】図4には、第2の好適実施形態が示される。頂面は、例えば、酸化アルミニウム、窒化珪素、窒化アルミニウム、酸化ハフニウム、又は酸化チタンといった、屈折率が1.5を超える誘電体で封止されている。この誘電体の層22の屈折率が、LEDを包囲するエポキシの屈折率よりも大きい場合、光が銀の層における開口部を透過できる確率が高くなる。封止材料によって、銀ミラーの下側ではなく、上側で光の内向き反射が可能になる。これによって、光は減衰することなく抜け出る確率が高くなる。更に、封止材料は、表面全体にわたって開口部空間でその厚さ方向に交差して金属を開口箇所てびょう留めして支持することにより、金属薄膜とLED表面との接着性を改善する。これは、接触部が銀で製造される場合にとりわけ有利である。誘電体は、更に、製造時に生じる可能性のあるかき傷から金属層を保護し、例えば、酸化又は変色といった環境による劣化から保護する。

【0024】図5には、第3の好適実施形態が示されて

いる。LEDの頂面は、なるべく、接触部の開口部と位置合わせされるようにして、粗く仕上げられている。これは、接触部のパターン形成に利用されるのと同じリソグラフィの工程で、自己アライメントの手法によりGaNをエッチング処理することによって実現することが可能である。エッチング処理される穴又は開口部は、p型層20内に延びることもできるし、或いは基板8と同じ深さまで達することも可能である。粗仕上げされた表面は、光を半導体層内で散乱させる（このようにしなければ、光は内向き全反射のために捕獲されてしまう。）。光の一部は、抜け出る角度に向けて反射され、その結果LEDからの抽出効率が高くなる。

【0025】AlInGaNデバイスには、窒素の一部の代わりに燐又は砒素を用いたAlInGaNの合金を含むことも可能である。精細なパターンが形成された反射接触部は、垂直幾何的に配置されたAlInGaN LED、例えば、チップの一侧にp型層接触部を備え、他側にn型層接触部を備えるLEDにも利用することが可能である。本発明は、例えば、GaNの成長前に、光を散乱させるため、故意に粗仕上げを施され、或いは凹凸が形成された基板を用いることによって、粗仕上げ基板/エピタキシャル層界面に利用することも可能である。

【0026】以上の実施形態によって説明されるように、本発明は、n型層(12)、p型層(16)、及び前記n型層と前記p型層の間に介在し、可視光λを発光する働きをする発光層(14)を含む、AlInGaNデバイスであるヘテロ接合デバイス(10)と、一方が前記n型層に接続されたn型層接触部(18)であり、もう一方が前記p型層に接続されたp型層接触部(20)である、導電性材料による2つの接触部(18、20)とを有し、前記2つの接触部(18、20)の少なくとも一方に、最小寸法が1/4λの、パターンを成す開口部が含まれており、該開口部を通して光を発光することが可能であることを特徴とする発光素子を提供する。

【0027】好ましくは、前記パターンを成す開口部は、前記p型層接触部(20)の頂面面積の20〜80%に及ぶ。

【0028】好ましくは、前記2つの接触部(18、20)の少なくとも一方は、70%を超える垂直入射反射率を有する反射性金属である。

【0029】好ましくは、前記p型層接触部(20)を構成する材料は、Ag、Al、Rh、及びAgとAlとRhとの合金を含むグループから選択される。

【0030】好ましくは、前記p型層接触部(20)を構成する材料は、前記反射性金属を含む多層接触部から成ることと、前記反射性金属が、Ag、Al、及びRhを含むグループから選択される。

【0031】好ましくは、前記ヘテロ接合デバイス(1

0)は、前記パターンを成す開口部を備えた前記2つの接触部(18, 20)の少なくとも一方の下に、特定の凹凸構造を含む粗い表面を備え、該表面によって利用可能な光量が増大する。

【0032】好ましくは、前記特定の凹凸構造を含む粗い表面と、前記パターンを成す開口部とが位置合わせされる。

【0033】好ましくは、前記パターンを成す開口部を備えた前記2つの接触部(18, 20)の少なくとも一方の上に配置されて、所定の間隔で金属を支持することによって密着性を改善する働きをする誘電体封止材料(22)が含まれる。

【0034】好ましくは、前記誘電体封止材料(22)は、二酸化珪素、窒化珪素、窒化アルミニウム、二酸化チタン、及び酸化アルミニウムを含むグループから選択される。

【0035】好ましくは、前記パターンを成す開口部の各々の形状は、円、正方形、格子状のライン、及びハニカムを含むグループから選択される。

【0036】更に本発明による発光素子の製造方法によれば、波長λの可視光を発光する働きをするヘテロ接合デバイス上に導電性材料を成膜する工程と、該導電性材料によって成る接触部に1/4λの最小幅を有するよう前記パターンを成す開口部を形成し、該開口部の空間を通して可視光を発光可能にする工程とを含む。

【0037】好ましくは、前記導電性材料に前記パターンを成す開口部を形成する工程は、前記ヘテロ接合デバイスをアニールする工程(110)と、レジストを成膜して露光し、前記パターンを成す開口部を画定する工程(120)と、前記導電性材料に前記パターンを成す開口部をエッチング処理する工程(130)と、前記レジストを除去する工程(140)とを含む。

【0038】好ましくは、前記パターンを成す開口部をエッチング処理する工程(130)は、前記ヘテロ接合デバイスの頂面に、前記パターンを成す開口部に対応してイオン・ミリングを行う工程である。

【0039】好ましくは、前記パターンを成す開口部を備えた前記接触部の上に誘電体封止材料(150)を成膜する工程(150)を更に含む。

【0040】好ましくは、前記導電性材料に前記パターンを成す開口部を形成する工程は、可視光を放出する働きをする前記ヘテロ接合デバイスに前記導電性材料を成膜する工程(100)と、高温で前記導電性材料から成る前記接触部をアニールして(110)、表面張力によって材料に前記パターンを成す開口部を形成する工程とを含む。

【0041】

【発明の効果】本発明の発光素子によれば、導電性材料からなり、p型層及びn型層のそれぞれに接続される2つの接触部とを有し、2つの接触部の少なくとも一方には、最小寸法が1/4λのパターンを成す開口部が含まれており、開口部を通して光を発光することが可能であるので、十分な光度で均一な光を発光することが可能である。

【0042】本発明の発光素子の製造方法によれば、波長λの可視光を発光する働きをするヘテロ接合デバイス上に導電性材料を成膜する工程と、該導電性材料によって成る接触部に1/4λの最小幅を有するようパターンを成す開口部を形成し、該開口部の空間を通して可視光を発光可能にする工程とを含むので、十分な光度で均一に発光する発光素子を容易に製造可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の好適実施形態を示す図である。

【図2】本発明による製造方法の各工程を示すフローチャートである。

【図3】半透明なAuNi薄膜を利用した従来技術によるLEDの光効率と本発明の光効率を比較した図である。

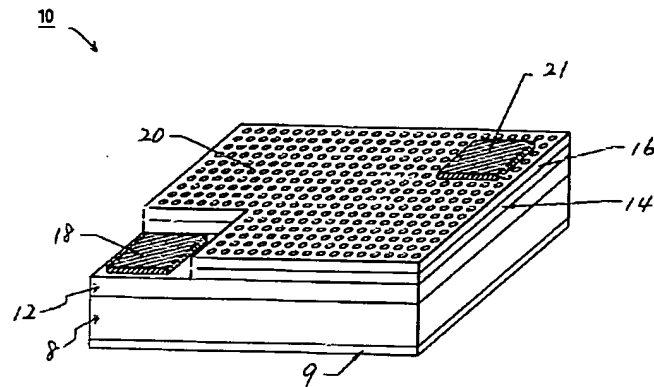
【図4】本発明の第2の好適実施形態を示す図である。

【図5】本発明の第3の好適実施形態を示す図である。

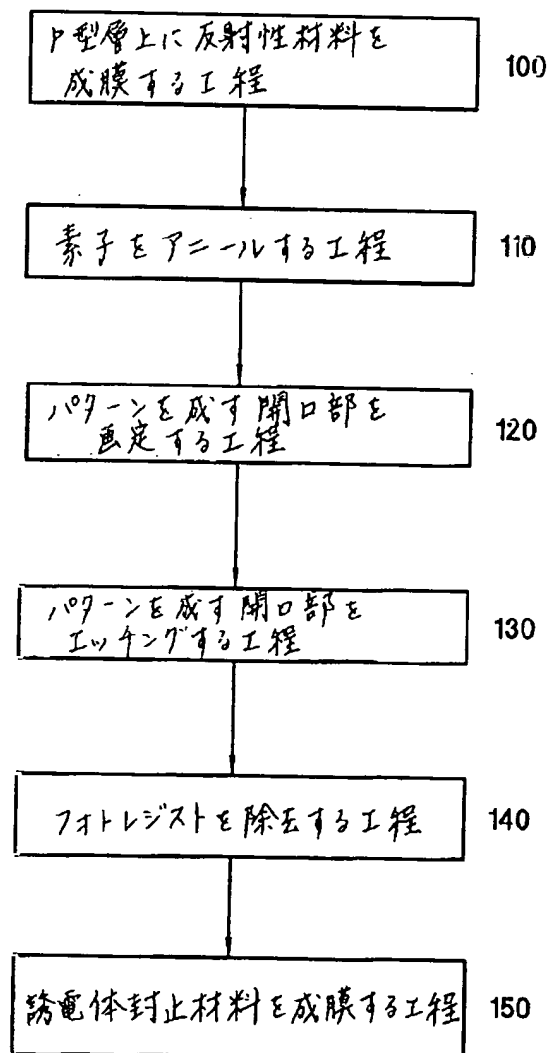
【符号の説明】

- 10 ヘテロ接合デバイス
- 12 n型層
- 14 発光層
- 16 p型層
- 18 n型層接触部
- 20 p型層接触部
- 22 誘電体封止材料

【図1】

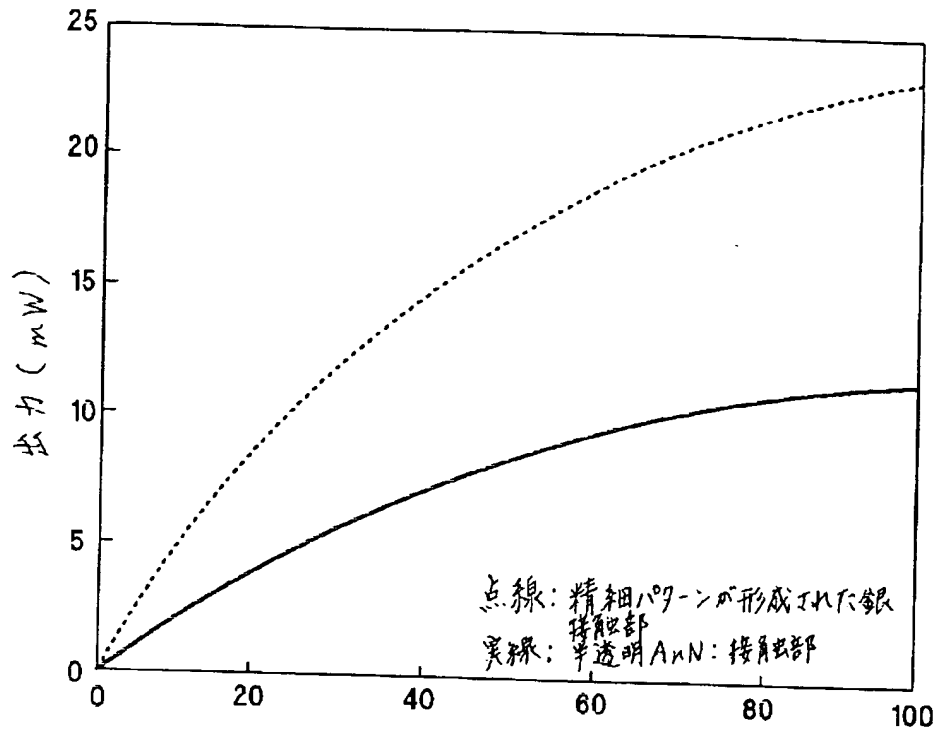


【図2】

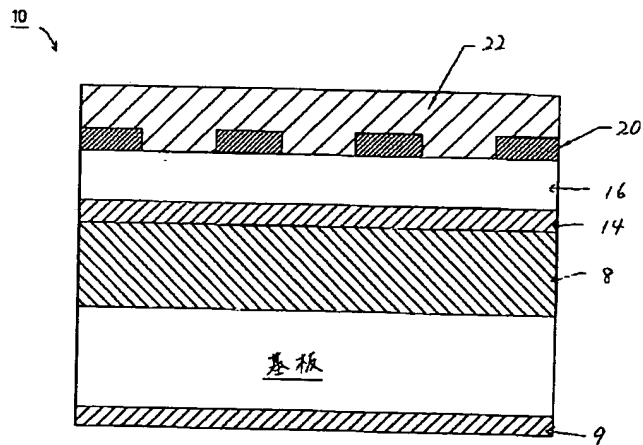


(8) 開2000-91639 (P2000-91639A)

【図3】



【図4】



(9) 開2000-91639 (P2000-91639A)

【図5】

